

Argamassas de Cal Aérea e Metacaulino versus Argamassas Comerciais Pré-Preparadas para a Reabilitação. Parte 2.

Ana Zulmira Coelho*, Said Jalali**, F.Pacheco Torgal***

A argamassa comercial apresenta resistências elevadas logo a partir dos 7 dias, que também não respeitam os valores recomendados, para a resistência à compressão de argamassas de revestimento de edifícios antigos e que são típicas de ligantes com componentes hidráulicos. Na Figura 2 são apresentados os resultados da resistência à flexão das diversas argamassas.

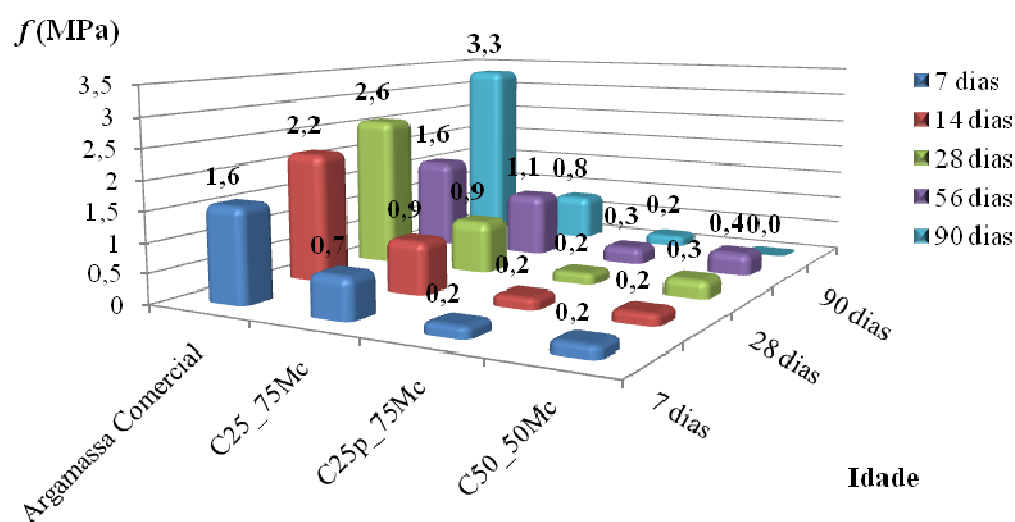


Figura 2: Resistência à flexão das argamassas

Os resultados obtidos em termos de resistência à flexão, não permitem conclusões que inovem relativamente aquelas já extraídas aquando dos resultados da resistência à compressão, confirmando-se que somente a composição C25p-75Mc respeita o intervalo de valores recomendado, para a resistência à flexão de argamassas de revestimento de edifícios antigos, entre 0,2 e 0,7MPa [15]. Na Tabela 2 apresentam-se os resultados da tensão de aderência entre os diversos rebocos e tijolos cerâmicos obtidos no ensaio “pull-off”. As argamassas à base de metacaulino apresentam valores de tensão de aderência ao tijolo, relativamente semelhantes entre si. Estes valores são inferiores aos referidos na literatura em termos da aderência de argamassas de revestimento de edifícios antigos, entre 0,1 e 0,3MPa [15]. No entanto valores não são comparáveis, devido à diferença dos suportes utilizados. Na verdade outros autores referem valores tensão de aderência para argamassas à base de cal aérea aplicadas em suportes de tijolo entre 0,04 e 0,08MPa [16], similares aos obtidos no presente trabalho. O valor da tensão de aderência obtido com a argamassa comercial é bastante superior ao obtido com as argamassas à base de cal aérea e parece por isso ser pouco indicado para ser utilizado como revestimento de edifícios antigos, pelo facto de poder provocar roturas que levem ao arrancamento do revestimento inicial do suporte.

Tabela 2 – Aderência reboco/tijolo

Argamassa	Tensão (MPa)	Modo de rotura	
		Rotura adesiva no interface	Rotura coesiva pelo reboco
Comercial	0,21	75%	25%
C25_75Mc	0,07	75%	25%
C25p_75Mc	0,04	58%	42%
C50_50Mc	0,06	0	100%

3.2 Absorção de água por capilaridade

Na Figura 3 são apresentados os resultados do coeficiente de absorção de água por capilaridade. Pode constatar-se que a argamassa comercial absorve água capilar de forma muito mais lenta que as argamassas à base de cal aérea e metacaulino. Este facto era expectável porquanto se trata de uma argamassa com ligantes hidráulicos e logo possivelmente com uma microestrutura muito mais densa.

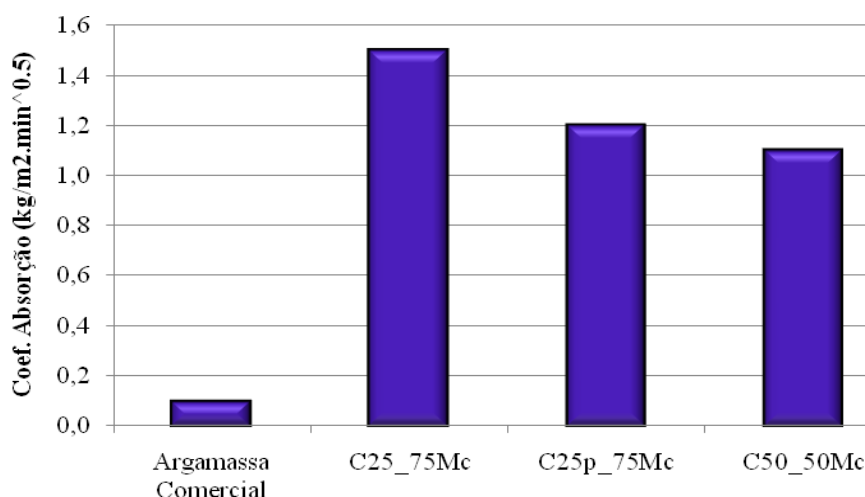


Figura 3: Coeficiente de capilaridade

Entre as argamassas à base de cal aérea e metacaulino, comprova-se um aumento de 36% da rapidez da absorção, quando se reduz a quantidade de cal de 50% para 25% e se aumenta a quantidade de metacaulino de 50% para 75%. Já a utilização de iguais quantidades de cal aérea e metacaulino, sendo que a única diferença é num caso cal aérea em pó e noutro em pasta com gorduras, está neste último caso associada a uma diminuição de 20% do coeficiente de capilaridade. Esta diminuição era esperada atendendo a que nesta composição foi utilizada uma cal com gordura que tipicamente reduz a capilaridade das argamassas onde é utilizada [16]. Os valores do coeficiente de capilaridade das argamassas de cal e metacaulino estudadas no presente trabalho inserem-se no intervalo de valores recomendado, para o coeficiente de capilaridade de argamassas de revestimento de edifícios antigos, entre 1 e 1,5 kg/(m².min^{0.5}) [15].

3.3 Permeabilidade ao vapor de água

Na Figura 4 são apresentados os resultados da permeabilidade ao vapor de água das diversas argamassas.

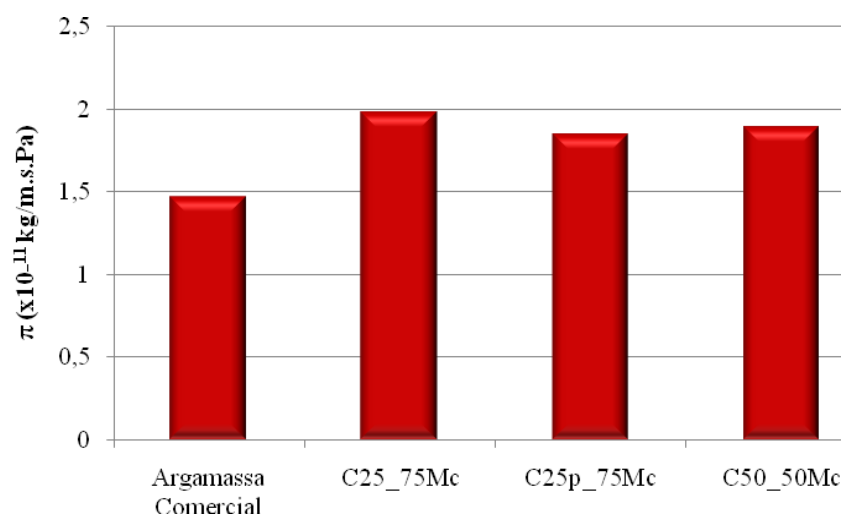


Figura 4: Permeabilidade ao vapor de água

Os resultados obtidos apontam para o facto das argamassas à base de cal aérea e metacaulino apresentarem valores de permeabilidade muito idênticos, o que leva a concluir que não são influenciados pela utilização de cal aérea em pó ou em pasta, nem pelas variações de volume da cal e do metacaulino que distinguem as três composições. A permeabilidade ao vapor de água da argamassa comercial é idêntica à permeabilidade de uma argamassa à base de cimento ao traço 1:4 obtida por outros autores [17]. Os mesmos autores referem valores de permeabilidade ao vapor para argamassas bastardas de cal aérea e cimento da mesma ordem de grandeza dos obtidos no presente trabalho para as argamassas de cal aérea e metacaulino.

3.5 Considerações económicas

Na Tabela 3 apresentam-se os custos das diversas argamassas

Tabela 3 – Custo das argamassas

Composição	Material	kg/m ³ de argamassa	m ³ /m ³ de argamassa	Euros/kg	Euros/m ³ de argamassa	Custo total Euros/m ³ de argamassa
C25_75Mc	Areia	1757,81		0,01	19,34	66,47
	Cal hidratada	109,88		0,23	25,44	
	Metacaulino	329,59		0,06	19,78	
	Água		0,52	-	0,42	
C25p_75Mc	Areia	1757,81		0,01	19,34	136,86
	Cal hidratada	109,88		0,89	97,37	
	Metacaulino	329,59		0,06	19,78	
	Água		0,47	-	0,38	
C50_50Mc	Areia	1757,81		0,01	19,34	83,96
	Cal hidratada	219,73		0,23	50,87	
	Metacaulino	219,73		0,06	13,18	
	Água		0,71		0,58	
Argamassa comercial	Argamassa	1500,00		0,76	1140,00	1140,19
	Água		0,24		0,19	

As argamassas desenvolvidas laboratorialmente apresentam um custo que é 8-18 vezes menor que o da argamassa comercial, o que permite inferir da importância do desenvolvimento de argamassas à base de cal para obras de reabilitação.

4. Conclusões

A argamassa comercial apresenta resistências à compressão que são manifestamente excessivas para efeitos da reabilitação, o mesmo sucedendo com a sua tensão de aderência, pelo que o presente estudo evidencia a necessidade do desenvolvimento de argamassas comerciais menos resistentes. A composição com 25% de cal aérea em pasta e 75% de metacaulino foi a única que conseguiu valores aceitáveis em todos os ensaios realizados. As argamassas desenvolvidas laboratorialmente apresentam um custo que é 8-18 vezes menor que o da argamassa comercial.

***Engenheira Civil, empresa Barros & Vieira, Lda**

**** Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho**

*****Investigador do C-TAC (Sustainable Construction Group), Universidade do Minho**

5. Referências

- [1] Veiga, M.; Aguiar, J.; Silva, A.; Carvalho, F. *Conservação e renovação de revestimentos de edifícios antigos*. 2004, LNEC.
- [2] Gonçalves, T. Salt crystallization in plastered or rendered walls. Ph.D Thesis, 2007, IST-LNEC.
- [3] Guerreiro, C.; Henriques, F.M.A.; Pinto, A.P. *Análise comparativa de cal aérea, medianamente hidráulicas e de ligantes mistos para reboco de edifícios antigos*. 2º Congresso Nacional de Argamassas, 2007, Lisboa.
- [4] Martinez, M. ; Carro, G. *Ancient building requirements and the evaluation of different lime-cement mortars compositions*. 2º Congresso Nacional de Argamassas, 2007, Lisboa.
- [5] Coelho, A.; Torgal, F. M. Alves S. P.; Jalali, Said A *cal na Construção*. ISBN 978-972-99179-8-1, 2008, 130 pág. Edição TecMinho, Guimarães, Portugal
- [6] Almeida, N.G.; Rodrigues, P.F; Pinto, A.P. *Argamassas com Base em Cal Aérea e Cinzas de Casca de Arroz para Conservação do Património Construído*. 2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, APFAC, 2007, Lisboa.
- [7] Freitas, V.P.; Gonçalves, P.F. *Specification and time required for the application of a lime-based render inside historic buildings*. International Conference HMC 08 – Hystorical Mortars Conference: Characterization, Diagnosis, Repair and Compatibility, LNEC, 2008, Lisbon.
- [8] Velosa, A.L.P. *Argamassas de Cal com Pozolanas para Revestimento de Paredes Antigas*. Tese de Doutoramento, 2006, Universidade de Aveiro.
- [9] CEN, *Methods of test for mortar for masonry – Part 3: Determination of consistence of fresh mortar (by flow table)*. EN 1015-3:1999.
- [10] CEN, *Methods of test for mortar for masonry – Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar*. EN 1015-11:1999.
- [11] CEN, *Methods of test for mortar for masonry – Part 12: Determination of adhesive strength of hardened rendering and plastering mortars on substrates*. EN 1015-12:1999.
- [12] CEN, *Methods of test for mortar for masonry – Part 18: Determination of water absorption coefficient due to capillary action of hardened mortar*. EN 1015-18: 2002.
- [13] NP, *Métodos de ensaios de argamassas para alvenaria – Parte 19: Determinação da permeabilidade ao vapor de água*. NP EN 1015-19: 2000.
- [14] Agostinho, C.S.A. *Estudo da evolução do desempenho no tempo de argamassas de cal aérea*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, 2008, IST - Universidade Técnica de Lisboa.
- [15] Veiga, M. *Argamassas para revestimento de paredes de edifícios antigos. Características e campo de aplicação de algumas formulações correntes*. Actas do 3º Encore, Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios. LNEC, Lisboa, 2003.
- [16] SÁ, A.F.G. *Rebocos em Paredes de Pedra e Cal*. Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, IST, 2005.
- [17] Rodrigues, P.F.; Henriques, F.M.A.; Rato, V.M. *Argamassas Correntes: Influência do Tipo de Ligante e do Agregado*. 2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, APFAC, Lisboa, 2007.